

# Agent-based modeling of human cooperation and coordination in social systems

**Doctoral Thesis****Author(s):**

Wenjian, Yu

**Publication date:**

2011

**Permanent link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-006541226>

**Rights / license:**

In Copyright - Non-Commercial Use Permitted

DISS. ETH NO. 19734

# **Agent-Based Modeling of Human Cooperation and Coordination in Social Systems**

A dissertation submitted to

ETH ZURICH

for the degree of

Doctor of Sciences

presented by

Wenjian Yu

M. Sc., Shanghai University

born October 13, 1983

citizen of

People's Republic of China

accepted on the recommendation of

Prof. Dirk Helbing, examiner

Prof. Frank Schweitzer, co-examiner

---

## Agent-Based Modeling of Human Cooperation and Coordination in Social Systems

**Abstract:** Cooperation and coordination lie at the heart of many challenging problems we face today. To investigate these problems, mobility is introduced within the framework of game theory as a mechanism for social change. In chapter one, an introduction to human mobility, building blocks of agent-based models, and evolutionary game theory is given as preparation of the following chapters. In chapter two, migratory behavior is considered, when agents play spatial games on a lattice. As result of social interactions, we find the emergent behavior on the macro level. For example, in chapter three, “success-driven migration” is found to promote cooperation, even if temptation value is large. Further studies of noise effect in chapter four surprisingly generate an outbreak of cooperation in a world consisting of defectors only in the beginning. In chapter five, the topology of interactions is extended to complex networks such as Erdős-Renyi random networks and Barabási-Albert scale free networks. Again, success-driven migration is demonstrated to be beneficial for the promotion of cooperation. Finally, spatial coordination is studied in the context of pedestrian dynamics. Extending the classical social force model of pedestrian motion in chapter six, we find the phenomenon of crowd turbulence in agreement with empirical results through video analysis.

---

---

## Agenten-Basierte Modellierung von Menschlicher Kooperation und Koordination in Sozialen Systemen

**Zusammenfassung:** Kooperation und Koordination spielen bei vielen herausfordernden sozialen Problemen eine entscheidende Rolle. Zur Untersuchung dieser Probleme wird das Konzept der Mobilität im Rahmen spieltheoretischer Analysen eingeführt. Das erste Kapitel umfasst eine Einführung zur Mobilität von Individuen und stellt zur Vorbereitung auf die folgenden Kapitel Agenten-basierte Simulationen und Modelle aus der evolutionären Spieltheorie vor. Im zweiten Kapitel wird das Migrationsverhalten von Agenten untersucht, die auf einem räumlichen Gitter spielen. Hierbei wird analysiert, wie aus sozialen Interaktionen emergente sozialen Strukturen entstehen. In Kapitel drei wird der Mechanismus der “erfolgsorientierten Migration” eingeführt und gezeigt, dass dieser Mechanismus Kooperation fördern kann, selbst wenn die Versuchung zu unkooperativem Verhalten groß ist. Die Studien im vierten Kapitel untersuchen den Effekt von zufälligen Fluktuationen und liefern das überraschende Ergebnis, dass diese einen Ausbruch von kooperativem Verhalten erzeugen können. Dieser Mechanismus funktioniert selbst unter widrigen Bedingungen, in denen die Bevölkerung zu anfangs nur aus unkooperativen Individuen besteht. Im fünften Kapitel wird die Robustheit des Migrationsmechanismus mit einer Erweiterung auf komplexe Netzwerke demonstriert wie auf das sogenannte Erdős-Rényi Netzwerk oder auf skalenfreie Netzwerke (Barabási-Albert). Auch in diesem Fall wird gezeigt, dass “erfolgsorientierte Migration” zur Entstehung kooperativen Verhaltens beitragen kann. Im sechsten Kapitel wird räumliche Koordination im Rahmen von Fussgängerverhalten untersucht. Das klassische “social force” Modell zur Beschreibung von Fussgängerverhalten wird hierzu erweitert. So kann die Entstehung von Massenturbulenzen theoretisch erklärt und empirisch mit Videoanalysen von Menschenmassen in Übereinstimmung gebracht werden.

---